مقایسه روش‌های مختلف درونیابی در پهنه‌بندی شوری خاک سطحی استان خوزستان

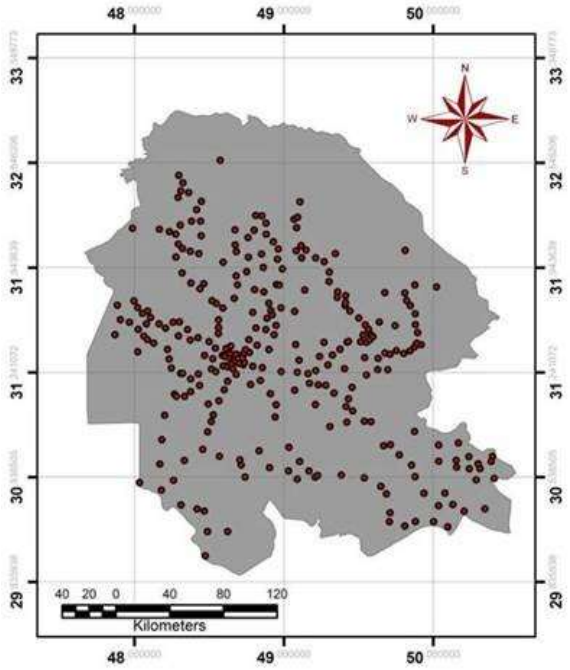
زهرا سواری [۱]، سعید حجتی [۲]، روح الله تقی زاده مهرجردی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳- استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

چکیده
شور شدن خاک یکی از مهمترین عوامل بیابان‌زایی است که موجب کاهش یا از بین رفتن قابلیت اراضی برای کشاورزی می‌گردد. هدف این تحقیق مقایسه دقت روش‌های مختلف درون‌یابی در تهیه نقشه پراکنش مکانی شوری خاک در استان خوزستان است. برای برآورد شوری در نقاط نمونه‌برداری نشده، از روش‌های وزن‌دهی عکس فاصله، توابع پایه شعاعی، مکانی چند جمله‌ای و کریجینگ در محیط ArcGIS نسخه ۲/۱۰ استفاده شد. داده‌های شوری خاک از ۲۹۱ نقطه در سطح استان خوزستان برداشت و برای ارزیابی دقت روش‌ها، از دو پارامتر آماری مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین R^2 استفاده شد. نتایج نشان داد که روش کریجینگ با حداقل RMSE و حداکثر R^2 به ترتیب ۲۶/۲۰ و ۴۵/۰ بیشترین دقت را در تولید نقشه‌های شوری از میان روشهای مورد مطالعه دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که روش مکانی دوجمله‌ای بعد از روش کریجینگ بیشترین دقت را در برآورد شوری خاک دارا است.

واژه های کلیدی: روش های درون یابی، کریجینگ، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شوری خاک

مقدمه
اولین گام جهت مدیریت و اصلاح خاک‌های متأثر از شوری، تهیه نقشه‌ی شوری است. در دو دهه‌ی اخیر، بر استفاده از روش های آماری و ریاضیاتی به منظور سنجش و توصیف کمی تغییرات خاك در قالب پهنه بندی یا طبقه بندی آنها و همچنین نیاز به ارزیابی صحت و دقت نتایج حاصل از مطالعه ی خاك‌ها تأکید زیادی شده است. در همین ارتباط، شیوه‌های مختلف درون یابی مکانی، ابزاری را فراهم نموده اند تا با به کارگیری داده های نقطه ای و تخمین مقادیر یك متغیر محیطی در محل‌هایی که نمونه برداری انجام نشد ه است، داده های پیوسته ی مکانی را به ارمغان آورند (اکرمخانو و همکاران، ۲۰۱۱).
تکنیک های درون‌یابی به دو شیوه کلی انجام می شود، روش درونیابی جبری که بر اساس تعیین سطح از نقاط نمونه گیری شده و بر پایه شباهت ها (مانند روش وزن دهی عکس فاصله IDW) یا درجه هموار سازی (توابع پایه شعاعی RBF) انجام می شود؛ و روش درونیابی زمین آماری که کریجینگ نامیده می شود و بر اساس ویژگی های آماری نقاط نمونه گیری شده می‌باشد. در رابطه با ارزیابی روش‌های درون‌یابی مطالعات زیادی انجام شده است. محمدی (۲۰۰۰) برخی ازخصوصیات سطحی خاك شامل شوری، نسبت جذب سدیم، درصد آهک و درصد رطوبت اشباع را با استفاده از تخمین گرهای زمین آماری شامل کریجینگ، کوکریجینگ و رگرسیون خطی مورد مقایسه قرار داد و نتایج حاصله نشان داد تخمین‌گرهای زمین آماری نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردارند و در نهایت روش کریجینگ روش برتر جهت برآورد داده های مکانی خاك معرفی شد. همچنین زارع مهرادی و همکاران (۲۰۱۰) برای تهیه نقشه توزیع مکانی خصوصیات خاک از جمله شوری خاک و pH درمنطقه هرمزگان از تکنیک‌های مختلف درون‌یابی استفاده کردند. نتایج ایشان نشان داد که روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ برای پیش‌بینی تغییرات مکانی خصوصیات خاک بهتر از روش IDW می‌باشد. با توجه به اهمیت شوری خاک در پیشبرد کشاورزی، این تحقیق با هدف مقایسه دقت و صحت روش های مختلف درونیابی در محیط GIS جهت برآورد و تهیه نقشه پراکنش مکانی شوری خاک انجام شده است.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه
به منظور نیل به اهداف تحقیق، تعداد ۲۹۱ نمونه‌ی خاك، به صورت شبکه بندی نامنظم و از عمق تا ۱۰ سانتی‌متری خاک از نقاط مختلف استان خوزستان برداشت گردید (شکل ۱) . سپس نمونه‌های یاد شده به آزمایشگاه منتقل و هوا خشک گردیدند و پس از کوبیدن و عبور از الک ۲ میلی‌متر، از آنها عصاره‌ی یک به یک تهیه شده و هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه گیری شد (رودز، ۱۹۹۶). پس از به دست آمدن نتایج آزمایشگاهی با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه شماره ۱۶ چگونگی توزیع داده ها و توصیف آماری آن‌ها انجام گردید و در مواردی که نیاز به نرمال‌سازی داده‌ها بود، داده‌های آزمایشی با استفاده از روش تبدیل داده‌ها (لگاریتم‌گیری از آن‌ها در مبنای ۱۰) نرمال شدند.



شکل ۱ - موقعیت منطقه مورد مطالعه و الگوی پراکنش نقاط نمونه‌برداری

برای بررسی تغییرات مکانی و برآورد شوری سطحی در نقاط نمونه برداری نشده از تکنیک های درونیابی جبری به روش‌های مکانی دو جمله ای، وزن دهی عکس فاصله، توابع پایه شعاعی و تکنیک درونیابی زمین آماری کریجینگ (عام) استفاده گردید. به منظور مقایسه دقت و کیفیت نقشه‌های تهیه‌شده به وسیله روش‌های مختلف درون‌یابی از پارامترهای آماری مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب همبستگی (R^2) استفاده شد (ایساکس وسریواستاوا، ۱۹۸۹). نحوه محاسبه پارامترها RMSE به صورت رابطه (۱) می‌باشد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[\left(Z^{*}(x_i) - Z(x_i)\right)^{2}\right]} \qquad [۱]$$

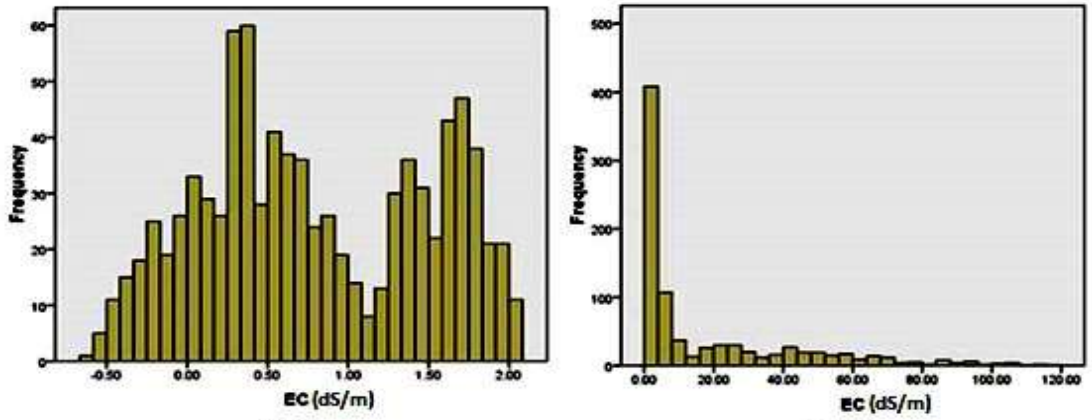
که در معادلات ۱ n تعداد نقاط مشاهده‌ای، z*(xi) مقدار برآورد شده متغیر در نقطه i ام و z(xi) مقدار مشاهده‌ای متغیر مورد مطالعه در نقطه i ام می‌باشد.

نتایج و بحث

خلاصه آماری داده های شوری خاك در جدول شماره (۱) ارائه شده است. همان طور که در جدول مشاهده می‌شود میانگین شوری خاک در منطقه بالا است که دلیل بر شور بودن خاک‌های منطقه می‌باشد. از طرف دیگر بر اساس ضریب چولگی و شکل توزیع فراوانی (شکل ۲) داده‌های شوری دارای چولگی به راست (مثبت) می‌باشند که نشان‌دهنده وجود تعداد محدودی نقطه با مقادیر بالای این متغیر در سطح منطقه است. در واقع این موضوع بیانگر غیر نرمال بودن توزیع داده‌ها می‌باشد. به منظور کاهش اثرات مقادیر بزرگ EC روی نتایج تخمین کریجینگ، از تبدیل لگاریتمی برای نرمال کردن توزیع داده‌ها استفاده شد. خلاصه آماری داده‌های تبدیل شده در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- آنالیز آماری داده های شوری خاک

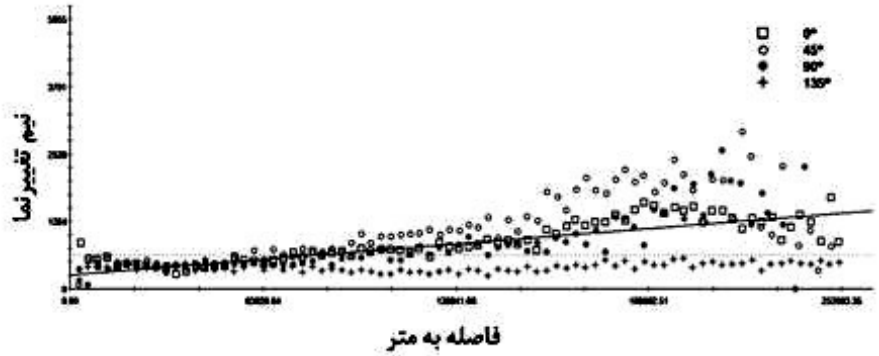
توزیع داده‌ها	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	چولگی	کشیدگی	انحراف معیار
داده‌های اولیه	۲۹۱	۲۴/۰	۱۱۷	۶۵/۱۸	۱۸/۱	۶۱/۱	۲/۲۵
داده‌های تبدیل شده	۲۹۱	۷۹/۰	۰۷/۲	۶۲/۰-	۰۹/۰	۱۹/۱-	۷/۰



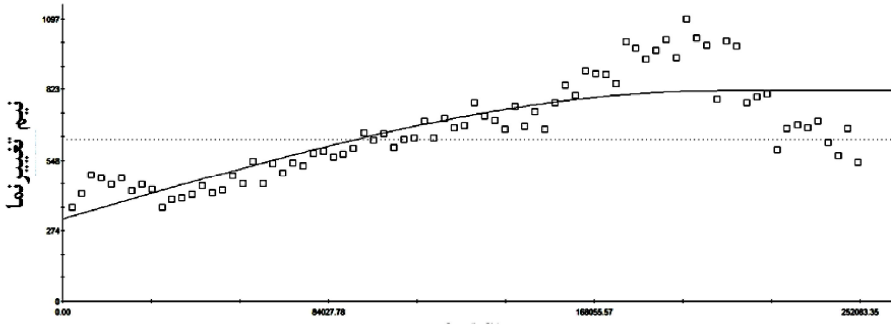
شکل ۲- منحنی فراوانی داده های شوری خاک (الف) داده های اولیه، (ب) داده‌های تبدیل یافته

به منظور بررسی وجود یا عدم وجود همبستگی مکانی بین داده‌های شوری خاک، نیم‌تغییرنمای تجربی در محیط نرم‌افـزار GS+ نسخه شماره ۵ ترسیم گردید همچنین برای بررسی تغییرات مکانی در جهات مختلف، نیم تغییر نمای تجربی در چهار جهـت ۰، ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ درجه با انحراف زاویه‌ای ۵/۲۲ درجه رسم گردید. نتایج حاصله (شکل ۳) ناهمسانگردی قابل ملاحظه‌ای در جهات مختلف در منطقه نشان نمی‌دهد.

نیم تغییرنمای تجربی بر داده‌های آزمایشی توسط سه مدل نمایی، کروی و گوسی برازش شد. مشخصات مدل‌های برازش شده در جدول (۲) آمده است. با توجه بـه پـارامتر آمـاری مجمـوع مربعـات باقی‌مانـده (RSS) داده‌هـای شـوری خـاک از مـدل نمـایی تبعیـت می‌کنند که این مدل دارای حداقل RSS می‌باشد (شکل ۴). همچنین نتایج نشان داد که داده‌های EC خاک تا فاصله حدود ۸۵۰۰۰ متر بر هم تأثیر دارند. چانگ و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه هدایت الکتریکی خاک در چین مدل کروی را مدل مناسب بـرای بـرازش بر نیم تغییرنمای تجربی گزارش نمودند. برای تعیین همبستگی مکانی بین داده‌های شوری علاوه بر شکل نیـم تغییرنمـا می‌تـوان از نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه استفاده کرد. به این صورت که هر گـاه ایـن نسـبت بیـن ۲۵-۰%، ۷۵-۲۵% و ۱۰۰-۷۵% قرار گیـرد، همبستگی مکانی به ترتیب ضعیف، متوسط و قوی می‌باشد (کامبردلا و همکاران، ۱۹۹۴). با توجه بـه ایـن نسـبت داده‌هـای شـوری خاک منطقه با داشتن نسبت ۶۶ % از همبستگی متوسط برخوردار است.



شکل ۳- نیم‌تغییرنمای جهت‌دار شوری خاک منطقه



شکل ۴- نیم‌تغییرنمای تجربی داده‌های شوری خاک

با توجه به جدول (۳) و بررسی نتایج حاصل از ارزیابی روش‌های مختلف درون‌یابی در تخمین شوری خاک، نتیجه‌گیری می‌شود که روش کریجینگ با حداقل RMSE و حداکثر R^2 به ترتیب ۲۶/۲۰ و ۴۵/۰ در مقایسه با سایر روشهای درون‌یابی بیشترین دقت را در تهیه نقشه شوری استان دارد. همچنین براساس نتایج این مطالعه روش مکانی دوجمله‌ای بعد از روش کریجینگ بیشترین دقت را در برآورد شوری خاک نشان می‌دهد. کمترین دقت مربوط به روش توابع پایه شعاعی می‌باشد. بنابراین با توجه به سادگی و دقت کافی روش‌های زمین‌آماری نسبت به روش‌های جبری در تخمین متغیر شوری خاک می‌توان از روش کریجینگ استفاده نمود. نتایج مشابهی توسط احمدالی و همکاران (۱۳۸۸) مبنی بر دقت قابل قبول روش کریجینگ در تخمین شوری خاک ارائه شده است. کرسیک (۱۹۹۷) نیز روش کریجینگ را به عنوان بهترین ابزار برای درون‌یابی و تهیه نقشه آب زیرزمینی در معرفی کرد.

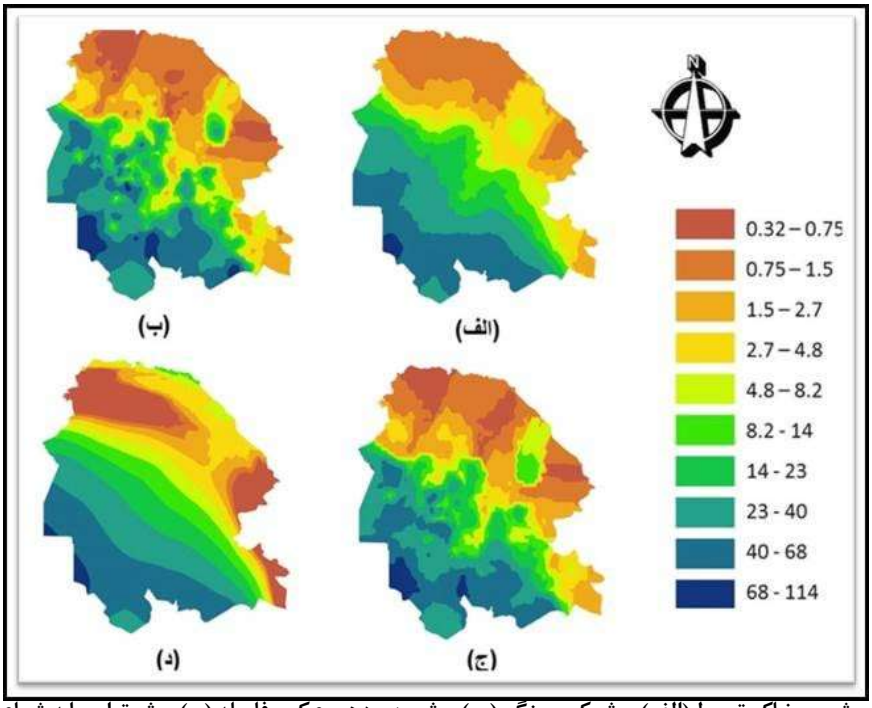
جدول ۲- مشخصات مدل‌های برازش داده شده بر مقادیر نیم تغییرنماهای تجربی

متغیر	مدل برازش شده	اثر قطعه‌ای	آستانه	دامنه تأثیر (متر)	نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه	مجموع مربعات باقی‌مانده
شوری خاک	نمایی	۳۱۶	۹۳۳	۸۵۲۰۰	۶۶/۰	۷۴/۱۰
	کروی	۳۲۰	۸۱۶	۸۵۰۰	۶۱/۰	۹۰۷۸۳۷
	گوسی	۳۸۷	۸۲۶	۸۳۹۴۳	۵۳/۰	۸۹۱۷۱۵

جدول ۳- پارامترهای آماری جهت مقایسه دقت روش‌های درون‌یابی

روش درون‌یابی	RMSE	R^2
کریجینگ	۲۶/۲۰	۴۵/۰
وزن‌دهی معکوس فاصله	۴۰/۲۰	۳۵/۰
توابع پایه‌ای شعاعی (RBF)	۵۲/۲۰	۳۴/۰
مکانی دو جمله‌ای	۹۰/۲۴	۴۱/۰

با توجه به نقشه‌های تخمین شوری (شکل ۵) در تمامی روش‌های درون یابی، توزیع EC در سطح منطقه به طور مشابه از شمال به جنوب روند افزایشی دارد که نشان دهنده مشکل شوری در نواحی جنوب منطقه می‌باشد.



شکل ۵- نقشه تخمین شوری خاک توسط (الف) روش کریجینگ (ب) روش وزن دهی عکس فاصله (ج) روش توابع پایه شعاعی (د) روش مکانی دو جمله ای

منابع

احمدالی، خ. نیک‌مهر، س و لیاقت، ع.الف. ارزیابی روش‌های مختلف برآورد مکانی در برآورد شوری، اسیدیته و درصد آهک خاک (مطالعه موردی منطقه بوکان). ۱۳۸۸. مجله آب و خاک (علوم وصنایع کشاورزی). جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه‌های ۵۳-۴۶.

اسفندیارپور بروجنی، ع. ۱۳۹۲. تأثیر تعداد نمونه بر صحت تخمین وضعیت شوری و سدیمی خاک با استفاده از تخمین گرهای مختلف. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی(، جلد ۲۷، شماره ۳، صفحه‌های ۵۲۴-۵۱۵.

Akramkhanov, A. Martius, C. Park, S. J. Hendrickx, J. M. H. ۲۰۱۱. Environmental factors of spatial distribution of soil salinity on flat irrigated terrain. Geoderma .۱۶۳: ۵۵-۵۶

Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Novak, J. M., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Turco, R. F. & A. E.Konopka. ۱۹۹۴. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۸: ۱۵۰۱-۱۵۱۱.

Chang, W. E., You, B. A., Yun, J. N., Zang, F., Xio, L. U, ۲۰۰۹, Spatial Variability of Soil Chemical Properties In the Reclaiming marine Foreland to Yellow Sea of China. Agricultural Sciences in China, ۸ (۹): ۱۱۰۳-۱۱۱۱.

Kresic N. ۱۹۹۷. Hydrogeology and Groundwater Modeling. Lewis Publishers.

Mohammadi, J., ۲۰۰۰. Evaluation and mapping of soil salinity hazard in Ramhormoz area (Khuzestan Province) using disjunctive kriging. Journal of Agricultural Research, ۲۵: ۴۵-۵۷.

Rhoades, J.D. ۱۹۹۶. Salinity : Electrical conductivity and total dissolved soils. Pp. ۴۱۷-۴۳۵. In D. L. Sparks (ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۳: Chemical Methods, SSSA Book Series Number ۵, Soil Science Society of America, Madison, WI

Zare-Mehradi, M.Taghizadeh- Mehrjardi, R. and Akbarzadeh, A. ۲۰۱۰. Evaluation of Geostatistical Techniques for Mapping Spatial Distribution of Soil pH, Salinity and Plant Cover Affected by Environmental Factors in Southern Iran. Notulae Scintia Biolgicae ۲ (۴) , ۹۲-۱۰۳

Abstract

Soil salinity is one of the most important causes of desertification, reduces or removes capability of lands for agricultural practices. The present study aims to investigate how different interpolation methods influence on estimation of soil salinity in unsampled areas and on the quality of distribution maps. Therefore, soil salinity data were collected by determination of electrical conductivity in ۱:۱ soil : water extracts from ۰-۱۰ cm depth of ۲۹۱

points all around Khuzestan Province in March and April ۲۰۱۴. Different methods including inverse distance weighting (IDW), radial basis functions, local polynomial interpolation and kriging methods were used to estimate soil salinity in unsampled areas using ArcGIS ۱۰.۲ software. To compare the precision of maps produced by the methods, cross validation was used with statistical parameters of RMSE (۲۰.۲۶and R۲ (۰.۴۵). Results showed that kriging has the minimum and maximum values of RMSE and correlation coefficient, respectively. The results also indicated that after kringing, the local polynomial interpolation approach is the second best method for interpolation of soil salinity in the area.